



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 199 50 660 A 1

51 Int. Cl. 7:  
H 02 K 9/19

21 Aktenzeichen: 199 50 660.4  
22 Anmeldetag: 21. 10. 1999  
43 Offenlegungstag: 26. 10. 2000

65 Innere Priorität:

199 17 647. 7 19. 04. 1999

71 Anmelder:

Dietz-Motoren GmbH & Co. KG, 73265 Dettingen,  
DE

73 Vertreter:

Weber, G., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 89073 Ulm

72 Erfinder:

Walther, Hansjörg, 73252 Lenningen, DE; Ludwig,  
Gerhard, 73119 Zell, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE 196 35 196 A1  
DE 196 24 519 A1  
DE-GM 77 35 181  
US 57 31 643

JP Patents Abstracts of Japan:  
3-284141 A., E-1180, March 19, 1992, Vol. 16, No. 112;  
08111966 A;  
0080019218 AA;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Kühlanordnung für einen Motor

57 Zur Fluidkühlung eines Motors mit zylindrischem Abschnitt der äußeren Gehäuseoberfläche, wird mittels eines in geringem Abstand um das Gehäuse liegenden Hüllrohr ein durch elastische Dichtmittel seitlich abgedichteter Kühlmantelraum geschaffen, in welchem durch eine eingelegte Wendel eine definierte Fluidführung in einem gewendelten Kühlkanal erzielt wird.

DE 199 50 660 A 1

Die Erfindung betrifft eine Kühlanordnung für einen Motor.

Bei einem Elektromotor kann es beispielsweise zur Erzielung einer hohen Wellenleistung und/oder zur Vermeidung der Wärmeabstrahlung an die Umgebung zweckmäßig oder auch notwendig sein, durch Umströmung des Motorgehäuses mit einem Kühlmittel Verlustwärme des Motors abzuführen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine vorteilhafte solche Kühlanordnung anzugeben.

Die Erfindung ist im Patentanspruch 1 beschrieben. Die abhängigen Ansprüche enthalten vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung.

Durch die zylindrische Außenfläche des Motorgehäuses und das gleichfalls zylindrische Hüllrohr ergibt sich ein besonders einfacher und kostengünstiger Aufbau bei gleichzeitig großer Kühlfläche. Der Abstand zwischen Außenfläche des Motorgehäuses und Hüllrohr ist vorzugsweise klein gegen den Innendurchmesser des Hüllrohrs und beträgt vorteilhafterweise wenigstens 1 mm und höchstens 20 mm, insbesondere höchstens 10 mm. Der Raum zwischen Hüllrohr und Motorgehäuse ist seitlich durch Dichtelemente abgeschlossen zur Bildung eines Kühlmittels zwischen einem Kühlmittelzufluß und einem Kühlmittelabfluß führenden Kühlmantelraums.

Besonders vorteilhaft ist eine Ausführungsform, bei welcher ein über einen Teil der Gehäuseoberfläche des Motors sich erstreckender Kühlmantelraum durch Leitelemente so unterteilt ist, daß ein von einem Kühlmittelzufluß zu einem Kühlmittelabfluß führender Kanal entsteht, dessen Breite klein ist gegen die Kanallänge, insbesondere wenigstens um den Faktor 10 kleiner. Der Verlauf des Kanals umfaßt insbesondere den gesamten Kühlmantelraum. Durch die Leitelemente ist ein gezielter, beispielsweise gleichmäßiger Kühlmittelfluß über alle Flächenbereiche des gekühlten Gehäuseabschnitts erreichbar.

Neben dem Hüllrohr ist vorzugsweise auch das Motorgehäuse durch ein Rohr gebildet, wodurch sich besonders kostengünstige und einfach zu bearbeitende Bauteile für die Anordnung ergeben. Das Motorgehäuse besteht zur guten Ableitung der Verlustwärme vorzugsweise aus Aluminium. Der Kühlmantelraum kann vorteilhafterweise durch elastische, insbesondere gummielastische Dichtelemente zwischen Motorgehäuse und Hüllrohr in den Endbereichen des Hüllrohrs seitlich abgedichtet sein. Eine solche Anordnung bildet einen Kühlmantelraum mit einem ringzylindrischen Volumen für das Kühlmittel. Ohne die Unterteilung dieses Volumens durch Leitelemente ergibt sich eine nur in geringem Maß durch die relative Anordnung von Kühlmittelzufluß und Kühlmittelabfluß kontrollierbare Verteilung des Kühlmittelflusses, was eine über die Gehäuseoberfläche ungleichmäßige Kühlleistung zur Folge haben kann. Durch die Ausbildung eines Kühlkanals mit geringer Kanalbreite, gemessen parallel zur Gehäuseoberfläche, wird jedes Flächenelement mit im wesentlichen der gleichen Kühlmittelstromdichte überstrichen, soweit die Kanalbreite über die Kanallänge nicht zu stark variiert. Die Variation der Kanalbreite zwischen größter und kleinster Breite ist dabei vorzugsweise kleiner als 5, insbesondere kleiner als 2,5. Vorzugsweise ist die Kanalbreite außer in den Bereichen von Zufluß und Abfluß annähernd konstant.

Der Kanalverlauf ist vorzugsweise wendelförmig mit achsial entgegengesetzt angeordneten Anschlüssen für Kühlmittelzufuhr und Kühlmittelabfuhr. Die wendelförmige Kanalführung ist auch strömungstechnisch bevorzugt gegenüber anderen beispielsweise mäanderförmigen Verläu-

fen. Der Kanal kann über den gesamten Verlauf zwischen Zufluß und Abfluß oder in Abschnitten in parallele und/oder serielle Teilkanäle aufgespalten sein.

Eine vorteilhafte Ausführungsform sieht vor, durch Strömungsstörelemente im Kanalverlauf turbulente Strömungen zu erzeugen, welche vorteilhaft für die Wärmeaufnahme des Kühlmediums von der Gehäusewandung ist. Solche Störelemente können beispielsweise durch Unterbrechung von Leitelementen gebildet sein, was auch durch die Bildung einer Leitelementstruktur aus mehreren Teilstücken realisiert sein kann.

Der Kanal kann durch Abtragen von Material von der Gehäuseaußenwand oder durch ein Gehäuse beispielsweise als Gußteil mit einer Leitstruktur in der Außenfläche gebildet sein. Vorzugsweise ist der Kanal durch auf die Gehäuseoberfläche aufgesetzte Leitelemente gebildet. Zur Lagesicherung solcher aufgesetzter Leitelemente können in der Gehäusaußenfläche Vertiefungen vorgesehen sein, in welchen die Leitelemente, vorzugsweise unter Vorspannung, einliegen. Die Leitelemente können aus mehreren Teilen, beispielsweise mehreren Wendelabschnitten bestehen, die durch Lücken als Störelemente separiert sind und zusammen die Leitelementstruktur bilden.

Die Leitelemente können gemäß einer bevorzugten Ausführungsform gut wärmeleitend sein und insbesondere aus Kupfer oder Aluminium bestehen. Durch die gute Wärmeleitung in Verbindung mit gutem Wärmekontakt zu dem Motorgehäuse tragen die seitlich mit dem Kühlmedium in Kontakt stehenden Leitelemente dann zu einer Erhöhung der Wärmeaustauschfläche zum Kühlmedium bei. Die Kontaktflächen der Leitelemente mit dem Hüllrohr sind vorteilhafterweise gering, was durch eine Wölbung des Leitelementquerschnitts zum Hüllrohr hin mit einer schmalen Berührungslinie erreicht werden kann. Der Querschnitt der Leitelemente kann insbesondere kreisförmig sein.

Der radiale Abstand zwischen Gehäuseoberfläche und Hüllrohr ist vorzugsweise klein gegen den Innendurchmesser des Hüllrohrs, welcher vorzugsweise wenigstens das 20fache des radialen Abstands beträgt. Der radiale Abstand beträgt vorteilhafterweise wenigstens 1 mm und höchstens 20 mm, insbesondere höchstens 10 mm.

Das Hüllrohr kann aus an sich beliebigem Material, insbesondere Aluminium oder Kunststoff bestehen. Als Kühlmittel findet typischerweise Wasser, evtl. mit darin gelösten Zusätzen Einsatz.

Die Erfindung ist nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Abbildungen noch eingehend veranschaulicht. Dabei zeigt

**Fig. 1** eine teilaufgeschnittene Motoranordnung.

**Fig. 2** ein Motorgehäuse-Mittelteil.

Aus **Fig. 1** ist der prinzipielle Aufbau einer Motoranordnung nach der Erfindung ersichtlich. Das Motorgehäuse weist ein sich in Motorlängsrichtung erstreckendes Mittelteil mit einer im wesentlichen zylindrischen, insbesondere kreiszylindrischen Außenfläche auf. Eine wesentliche zylindrische Form soll dabei Abweichungen von der genau zylindrischen Form, welche klein sind gegen den Zylinderdurchmesser, mit einschließen, solange diese dem Erfindungsgedanken nicht entgegenstehen. Das Mittelteil ist vorzugsweise durch ein kreiszylindrisches Rohr gebildet.

Das Mittelteil trägt an seiner Innenseite den Stator ST des Motors und ist an den Enden durch Lagerschilde LS abgeschlossen, welche Lager zur drehbaren Aufnahme der Rotoranordnung RO mit der nach außen ragenden Antriebswelle AW tragen.

Die im wesentlichen zylindrische Außenfläche des als Mantelrohr MR ausgeführten Gehäuse-Mittelteils ist in geringem Abstand von einem Hüllrohr HR umgeben, welches

mit dem Mantelrohr einen Kühlmantelraum KR bildet. Der Kühlmantelraum KR ist seitlich durch elastische Dichtelemente abgedichtet. Über im Hüllrohr HR vorgesehene Anschlüsse für Zufluß und Abfluß eines Kühlmittels kann ein Kühlmittelstrom durch den Kühlmantelraum strömen und dabei Verlustwärme des Motors von der den Kühlmantelraum begrenzenden Oberfläche des Mantelrohrs MR abführen. Vorteilhafterweise erstreckt sich der Kühlmantelraum KR parallel zur Motorlängsachse in beiden Richtungen über den mit dem Gehäuse in Wärmekontakt stehenden Teil des Stators hinaus.

Eine besonders wirkungsvolle und gleichmäßige Kühlung des Mantelrohrs kann erreicht werden, wenn in dem Kühlmantelraum KR durch Strömungsleitelemente LE, welche sich zwischen Mantelrohr und Hüllrohr erstrecken, ein Kühlkanal gebildet ist, welcher in seiner Gesamtheit wieder den Kühlmantelraum ergibt. Der Kühlkanal verläuft entlang den im Abstand DR gegenüberstehenden Oberflächen von Mantelrohr MR und Hüllrohr HR und ist seitlich durch die Leitelemente LE sowie in den Endbereichen des Kühlmantelraums einseitig durch die Dichtelemente DI begrenzt.

Die Breite BK des Kühlkanals KK ist über den gesamten Verlauf gemittelt klein gegenüber der Länge LK des Kühlmantelraums in Motorlängsrichtung. Die durch den Abstand DR von Mantelrohr und Hüllrohr bestimmte Dicke ist nochmals deutlich kleiner als die mittlere Kanalbreite. Die Breite der Leitelemente ist gleichfalls klein gegen die Kanalbreite.

Die Leitelemente können als Struktur an der Innenwand des Hüllrohrs und/oder vorzugsweise an der Außenwand des Mantelrohrs als Bestandteil dieser Bauteile ausgebildet sein.

Bevorzugt ist eine Ausführungsform, bei welcher die Leitelemente durch eine mit keinem der beiden Rohre fest verbundene separate Struktur gebildet sind, welche vorteilhafterweise positionsstabil zwischen den beiden Rohren liegt. Die Leitelemente weisen vorzugsweise einen kreisrunden Querschnitt auf und können insbesondere aus Draht- bzw. Stangenmaterial als Halbzeug hergestellt sein.

Besonders vorteilhaft ist eine aus Fig. 2 ersichtliche Anordnung, bei welcher in die Außenfläche des Mantelrohrs MR eine wendelförmige Rille RI eingebracht ist, welche sich über die Länge des Kühlmantelraums mehrfach um das Mantelrohr windet. Die Tiefe der Rille ist klein gegen die Dicke des Mantelrohrs und klein gegen den gegenseitigen Abstand DR von Mantelrohr und Hüllrohr. Die Schnurdicke der Wendel ist so bemessen, daß die Wendel zwischen Hüllrohr und Mantelrohr auf jeden Fall gegen seitliche Verschiebung gesichert ist. Vorzugsweise ist die Wendel durch ein geringes Übermaß der Schnurstärke zwischen Hüllrohr und Mantelrohr verspannt. Die Wendel kann einfach aus Draht oder Stangenmaterial gewickelt werden und besteht vorzugsweise aus Aluminium.

Für die Herstellung der Anordnung wird vorteilhafterweise die mit Untermaß des Wendeldurchmessers gegen den Mantelrohr-Außendurchmesser gewickelte Wendel (oder mehrere Wendelabschnitte) in die gewendelte Nut des Mantelrohrs eingelegt, wo sie aufgrund des Untermaßes auch bei Abweichung der Wendelsteigung im entspannten Zustand gegen die Wendelsteigung der Rille die Position beibehält. Das Hüllrohr wird vorteilhafterweise durch Erwärmung soweit aufgeweitet, daß es über die Wendel geschoben werden kann, ohne deren Positionen zu verändern. Bei Abkühlung des Hüllrohrs wird vorzugsweise die Wendel gegen das Mantelrohr verspannt. Die elastischen Dichtmittelringe DI werden seitlich des Wendelbereichs auf das Mantelrohr aufgezogen und zwischen Mantelrohr und Hüllrohr unter elastischer Deformation eingedrückt, wofür beispielsweise Ringnuten im Mantelrohr vorbereitet sein können. Zur seitlichen

Abstützung der Dichtelemente gegen hohe Kühlmittel-drücke können seitliche Abstützelemente STR auf den dem Kühlmittel abgewandten Seiten der Dichtmittel vorgesehen sein.

Die Leitelemente LE bestehen vorzugsweise aus gut wärmeleitendem Material und stehen vorteilhafterweise, insbesondere über querschnittsangepaßte Form der gewendelten Nut, in gutem Wärmekontakt zu dem Motorgehäuse. Die Leitelemente tragen dadurch zur Erhöhung der Wärmekontaktfläche zum Kühlmedium und damit zur Wärmeabfuhr bei.

In Fig. 2 ist eine Ausführung angedeutet, bei welcher die Leitelemente aus mehreren Teilen bestehen und gegeneinander separiert sind, insbesondere in Form von aufeinanderfolgenden Wendelabschnitten LEA, LEB, die lediglich auszugsweise gezeichnet sind. Durch die Lücke zwischen den Wendelabschnitten werden turbulente Strömungsanteile verursacht, welche zu einer verbesserten Wärmeabgabe an das Kühlmedium führen.

Die Wärmeübertragung von den Leitelementen zum Hüllrohr ist in Anwendungsfällen, in welchen eine Wärmeabgabe durch Strahlung und/oder Konvektion an die Umgebung vermieden werden soll, vorzugsweise gering, wozu eine geringe Kontaktfläche und/oder Material des Hüllrohrs beitragen können.

Die vorstehend angegebenen und die den Abbildungen entnehmbaren Merkmale sind sowohl einzeln als auch in verschiedenen Kombinationen vorteilhaft realisierbar. Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern im Rahmen fachmännischen Könnens auf mancherlei Weise abwandelbar. Beispielsweise kann unter Beibehaltung der Wendelform der Kühlkanal in zwei in der Mitte zusammentreffende Kanäle mit entgegengesetztem Kühlmittelstrom aufgeteilt sein. Für den Drahtquerschnitt der Wendel sind verschiedene Formen geeignet.

#### Patentansprüche

1. Kühlanordnung für einen Motor mit einem im wesentlichen zylindrischen Motorgehäuseabschnitt, welcher von einem Hüllrohr umgeben ist und mit diesem einen seitlich durch ringförmig umlaufende Dichtmittel abgeschlossenen Kühlmantelraum bildet, der von einem Kühlmittel von einem Kühlmittelzufluß zu einem Kühlmittelabfluß durchströmbar ist.
2. Anordnung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch Leitelemente innerhalb des Kühlmantelraums, welche für den Kühlmittelstrom zwischen Kühlmittelzufluß und Kühlmittelabfluß einen Kanal definieren, dessen mittlere Kanalbreite klein ist gegen die Kanallänge.
3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitelemente als abstehende Siege des Motorgehäuses ausgebildet sind.
4. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitelemente auf das Motorgehäuse aufgesetzt sind.
5. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitelemente unter Spannung an dem Motorgehäuse anliegen.
6. Anordnung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitelemente in Vertiefungen des Motorgehäuses eingesetzt sind.
7. Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitelemente zumindest abschnittsweise wendelförmig ausgeführt sind.
8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Leitelemente aus gut

wärmeleitendem Material bestehen.

9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß im Kanalverlauf Strömungsstörelemente zur Erzeugung turbulenter Strömungen vorgesehen sind.

5

10. Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Störelemente durch Lücken zwischen Leitelementen gebildet sind.

11. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der radiale Abstand zwischen Motorgehäuse und Hüllrohr klein ist gegen den Innendurchmesser des Hüllrohrs.

10

12. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der radiale Abstand zwischen Motorgehäuse und Hüllrohr wenigstens 1 mm und höchstens 20 mm, insbesondere höchstens 10 mm beträgt.

15

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1



